

**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM**  
**Centro de Ciências Naturais e Exatas– CCNE**  
**Centro de Tecnologia - CT**  
**Departamento de Engenharia Química - DEQ**  
**Programa de Pós-Graduação em Meteorologia – PPGMET**



**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**  
**Centro Regional Sul - CRS**  
**Centro Regional do Nordeste – CRN**



**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de**  
**Pesquisas Ambientais – INCT-APA**

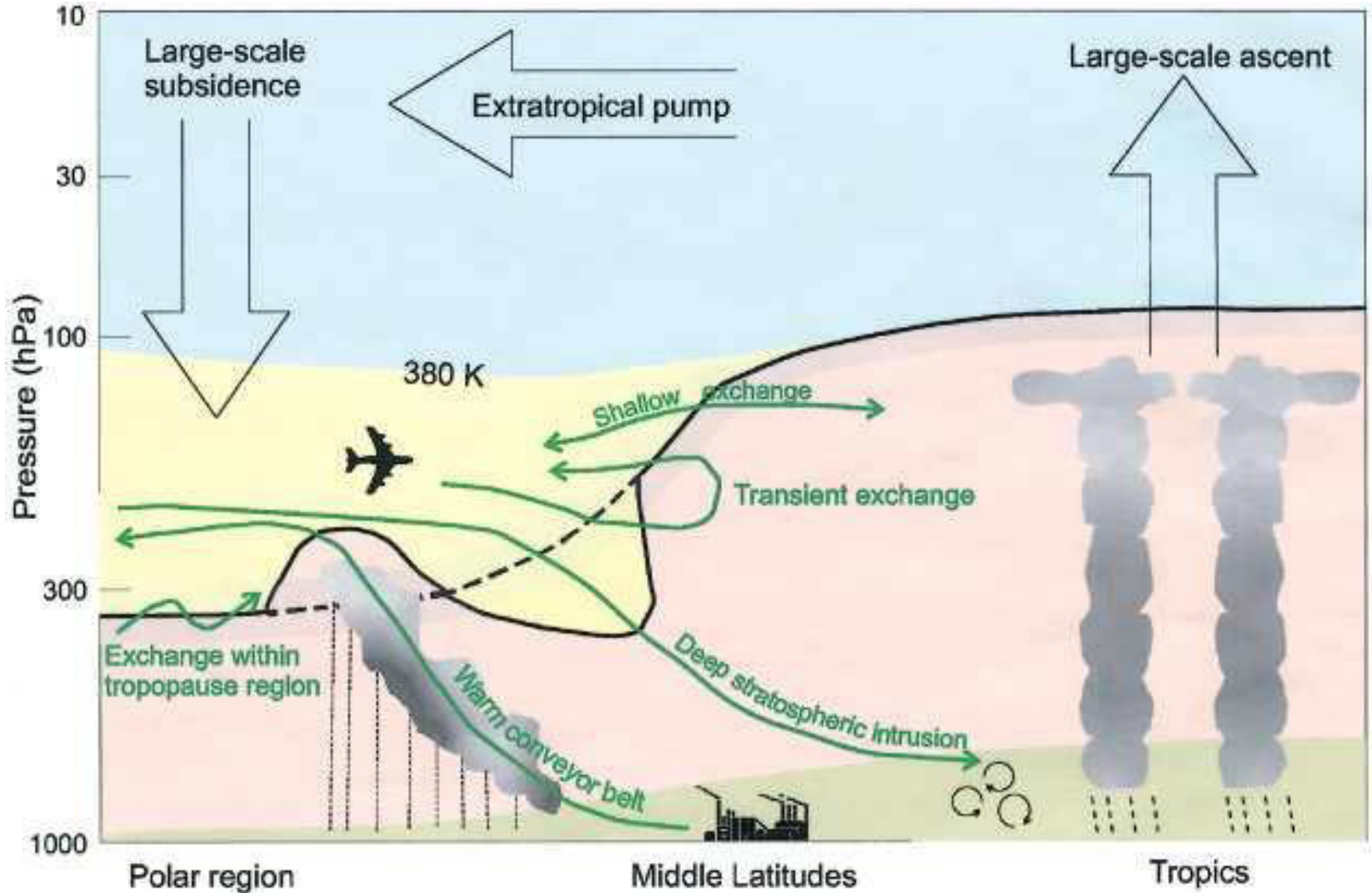


# **INFLUÊNCIA DA TROCA ESTRATOSFERA-TROPOSFERA NA COLUNA TOTAL DE OZÔNIO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**Letícia de Oliveira dos Santos**  
**Orientadora: Profa. Dra. Damaris Kirsch Pinheiro**

***deoliveiraaicitel@gmail.com***  
***bolsista FAPERGS***

# Introdução



Esquema da Circulação Estratosférica e o transporte de massas de ar entre estratosfera - troposfera. Fonte: Stohl et al., 2003.

- Na região inferior da estratosfera, o **tempo de vida das moléculas** de ozônio é mais longo -> **traçador** para o estudo na troca estratosfera-troposfera (Danielsen, 1968; Bukin et al., 2011).
- A “Quebra da Tropopausa” ocorre na **entrada polar ou saída equatorial do núcleo da Corrente de Jato**, onde ocorre convergência em altos níveis e escoamento descendente do ar.
- A Região Sul do Brasil -> região propensa para os eventos chamados de “Quebra da Tropopausa” (pois está sob influência de sistemas meteorológicos como as Correntes de Jato ao longo do ano).

# Objetivo

Identificar e analisar a ocorrência de eventos de Intrusão Estratosfera-Troposfera sobre a Região Central do Rio Grande do Sul no ano de 2010, definindo alguns padrões de intrusão e de que forma estes atuaram na variação da coluna total de ozônio.

# Metodologia

- As medidas de concentração de ozônio são para **Santa Maria** (29,44°S; 53,82°O), retiradas do instrumento **OMI** (*Ozone Monitoring Instrument*), a bordo do satélite ERS-2.
- Dados de reanálise diários das **componentes meridional e zonal** do vento, **velocidade vertical** e **temperatura do ar** fornecidos pelo **NCEP/NCAR**.
- Dois tipos de mapas foram gerados:
  - i. “**corte vertical**”, velocidade vertical do vento, fixado em 53,8°O desde 1000 hPa até ~200 hPa.
  - ii. “**corte horizontal**”, entre 18 e 45°S e 35 e 75°O, mostrando as correntes de jato no nível de 250 hPa e a velocidade vertical em 500 hPa.
- Trajetórias “**forward**” - modelo **HYSPLIT** da **NOAA** -> partindo da latitude onde ocorreu a intrusão durante 2 dias.

# Resultados

Identificados 88 eventos em 2010

## Padrões

- Quanto à altitude de origem da parcela de ar:
- “A” – ar oriundo de níveis em torno dos **200hPa** (que em 30°S representa, em média, o nível da tropopausa, Holton, 2004).
  - “B” – parcelas de ar vieram de um pouco acima da tropopausa, ou seja, entre **170hPa e 100hPa**.
  - “C” – parcelas cuja origem é de regiões “muito mais altas que a tropopausa” (acima de **100 hPa**).

- **Quanto à altitude de destino/chegada da parcela de ar:**
  - Sub-padrão I - o ar chegou a baixos níveis na troposfera (800hPa ou mais);
  - Sub-padrão II - o ar chegou a médios níveis na troposfera (entre 400 e 800 hPa);
  - Sub-padrão III – o ar chegou a altos níveis na troposfera (menor que 400hPa até 230hPa);
  
- **Quanto à latitude de intrusão estratosfera-troposfera:**
  - latitudes mais altas aquelas maiores que 33°S
  - latitudes mais baixas aquelas menores que 27°S
  - latitudes iguais à região analisada aquelas entre 27 e 33°S.

- Por exemplo, um evento definido como BI45 significa: B (o ar veio de um pouco acima da tropopausa), I (o ar chegou a baixos níveis na troposfera) e 45 ( a intrusão estratosfera-troposfera aconteceu na latitude 45°S)
- Variação da coluna total de ozônio para a latitude de 29,44°S foi feita em relação aos 5 dias anteriores ao evento:

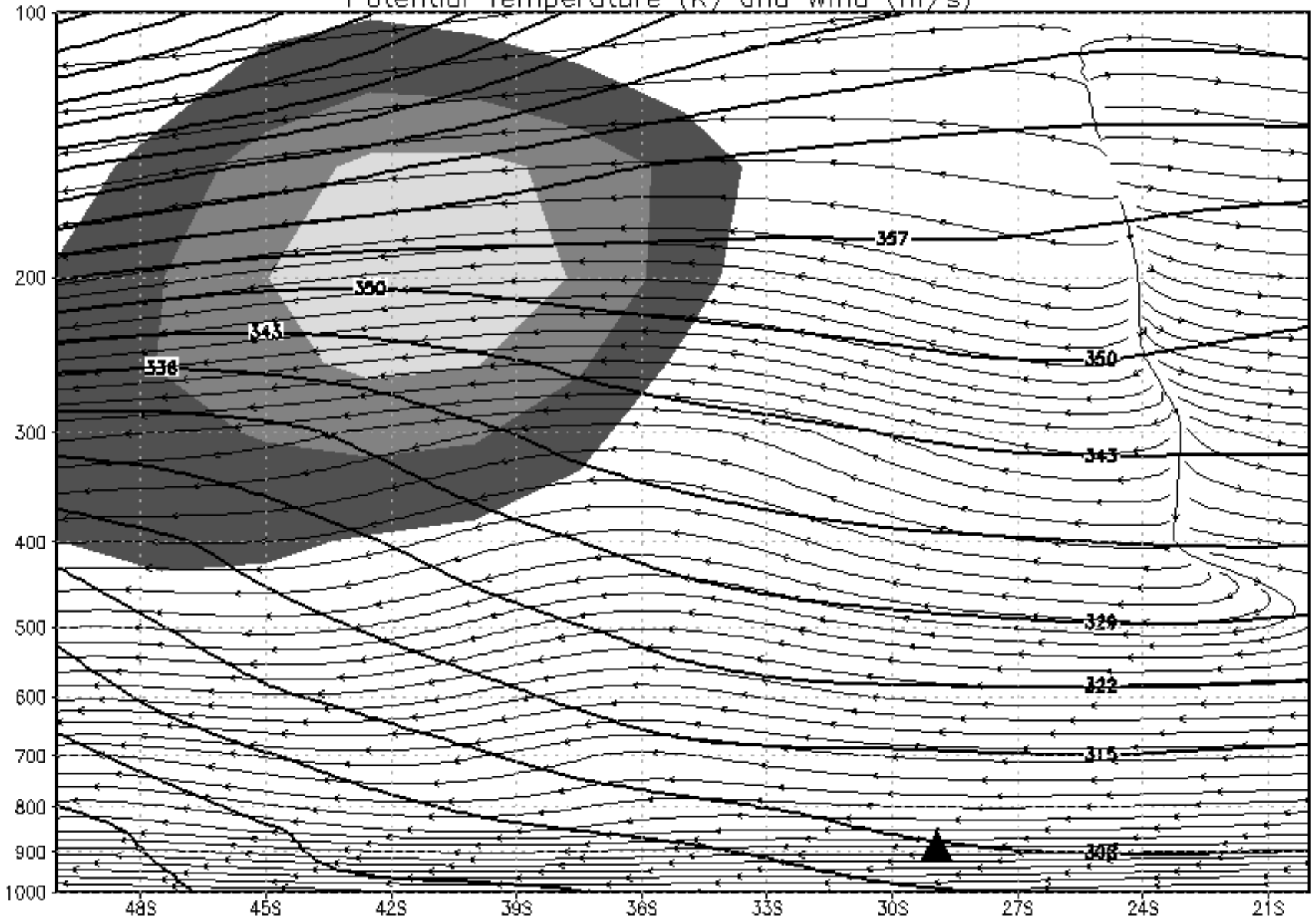
$$\text{Variação do Ozônio} = \frac{\text{Valor do dia do Evento} - \text{Média dos 5 dias anteriores ao evento}}{\text{Média dos 5 dias anteriores ao evento}}$$



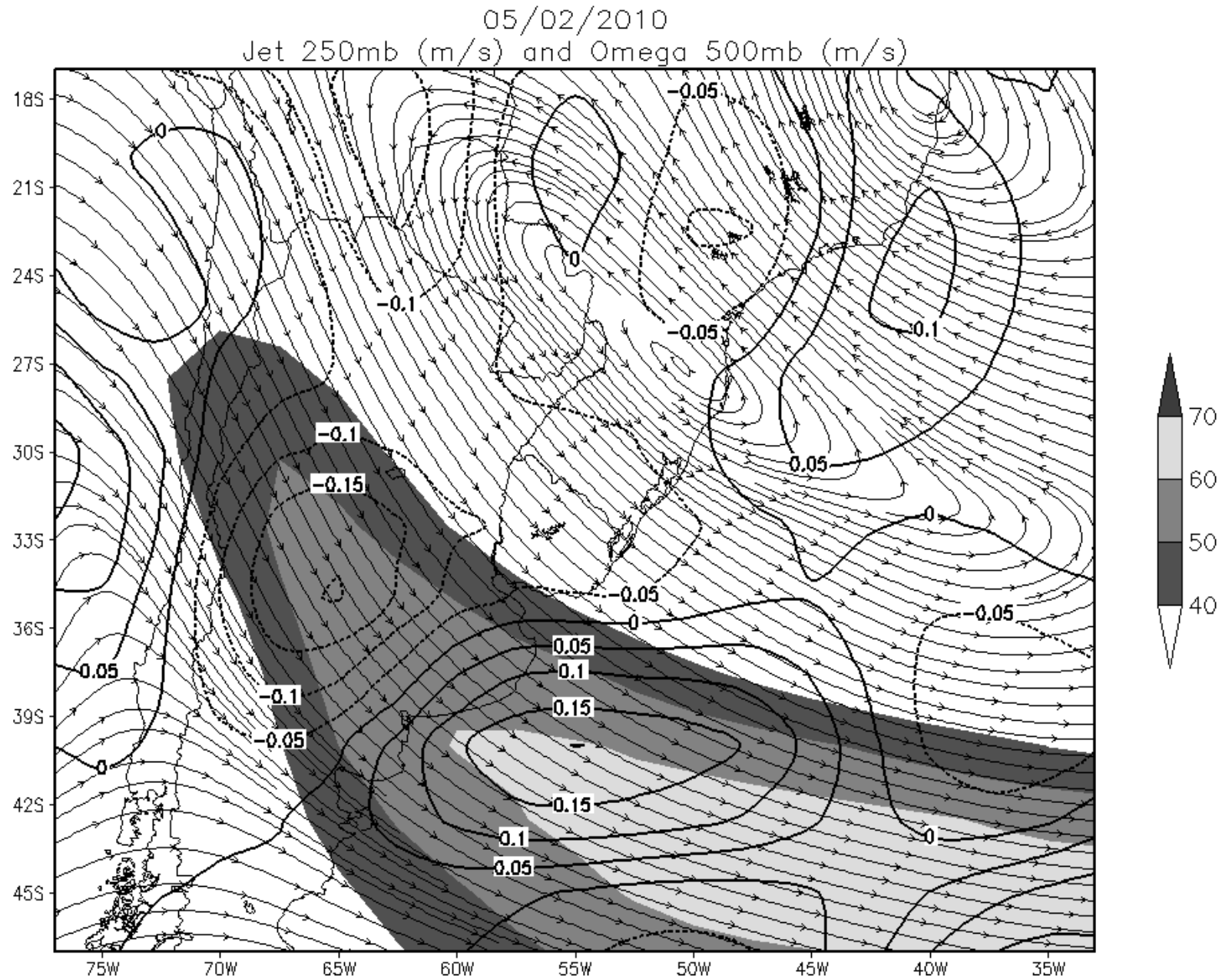
# Evento do dia 05/02/2010 – Padrão BII24 – Aumento de 0,82% no Ozônio

05/02/2010 Section Ion=-54

Potential Temperature (K) and Wind (m/s)



# Evento do dia 05/02/2010 – Padrão BII24 – Aumento de 0,82% no Ozônio



# Evento do dia 05/02/2010 – Padrão BII24 – Aumento de 0,82% no Ozônio

NOAA HYSPLIT MODEL

Forward trajectories starting at 0000 UTC 05 Feb 10

CDC1 Meteorological Data

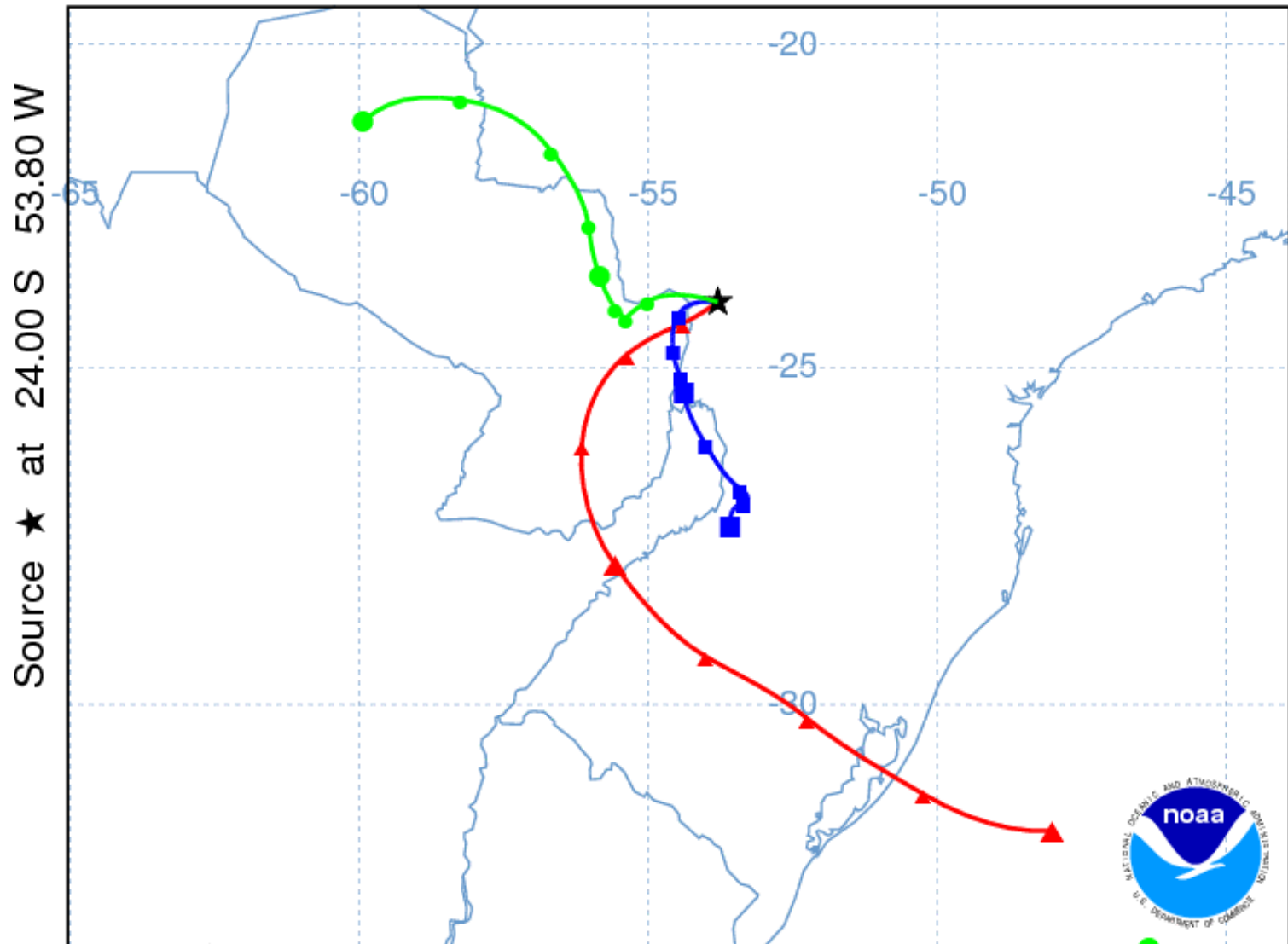


Tabela demonstrando os Padrões de Intrusão no ano de 2010

Ano de 2010	Padrão A (casos/%)	Padrão B (casos/%)	Padrão C (casos/%)
Padrões	20/22,7	37/42	31/35,3
Subpadrão I	9/45	11/29,7	7/22,6
Subpadrão II	9/45	19/51,4	21/67,7
Subpadrão III	2/10	7/18,9	3/9,7
Latitude Maior	14/70	27/73	25/80,6
Latitude Menor	1/5	3/8,1	2/6,5
Latitude Igual	5/25	7/18,9	4/12,9
Ozônio Aumentou	13/65	24/64,9	19/61,3
Ozônio Diminuiu	7/35	13/35,1	12/38,7

# Conclusões

- Foram identificados **88 eventos** de troca estratosfera-troposfera sobre a região central do estado do Rio Grande do Sul no ano de 2010.
- **22,7%** dos casos tiveram origem na tropopausa, **42% um pouco acima** e **35,3% vieram de altitudes muito mais elevadas** que a tropopausa.
- **30,7%** das parcelas de ar **atingiram níveis baixos** da troposfera, **55,7% chegaram a níveis médios** e **13,6%** ficaram restritas **próximas à tropopausa**, em uma região troposférica alta.
- Houve **mais eventos com aumento na coluna total de ozônio**, somando **56 casos**, concordando com os **75% das intrusões que ocorreram em latitudes maiores** (maior concentração de ozônio na camada).
- **87,5%** dos eventos estavam associados com a **Corrente de Jato**.

# Agradecimentos

- A UFSM, ao INPE e ao INCT-APA pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.
- A NOAA e a NASA pelos dados cedidos.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo apoio financeiro.

**MUITO OBRIGADA!**

**deoliveiraacitel@gmail.com**